

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-252047

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 J 14/00

H 0 4 B 9/00

E

14/02

Y

H 0 4 B 10/28

S

10/26

10/14

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-52293

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月4日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 富田 孝治

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大菅 義之 (外1名)

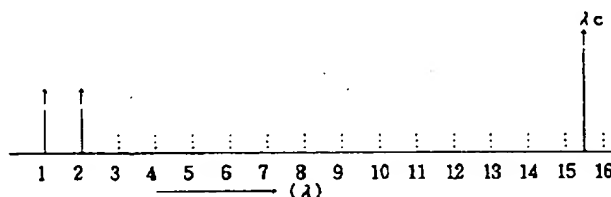
(54) 【発明の名称】 光波長多重システム、及びその端局

(57) 【要約】

【課題】 初期投資の増大を抑えながら、波長多重数の少ない場合にも光波長多重システムの伝送品質を劣化させない手段を提供する。

【解決手段】 最大16波波長多重が可能な光波長多重システムにおいて、構築当初の運用において、一部の波長しか使用されない場合、光増幅器の作用により1波長当たりの光信号のレベルが大きくなりすぎてしまう。これは、伝送路などにおける非線形効果により光信号の波形劣化等を引き起こし、伝送品質の劣化を引き起こす。これは、システムが16波分波長多重されたことを前提に構築されているからである。そこで、信号波長として16波中の一部しか使われない場合には、信号波長とは異なる波長 λ_c の光を光信号と共に伝送し、伝送路を伝播する光のトータルのレベルが、16波波長多重した場合と同じレベルになるようにする。これにより、各波長の光信号のレベルが適切に調整される。

本発明の原理を説明する図



【特許請求の範囲】

【請求項1】光波長多重システムにおいて、

伝送すべき情報をのせた光信号を送信する少なくとも1つの波長に対応した光信号送出手段と、

伝送すべき情報をのせた光信号の波長とは異なる波長を有する光を該光信号と多重して送信し、実際に伝送される該光信号と該光のトータルの光レベルを、該光波長多重システムが収納可能な最大の波長多重数の光信号を送信する場合に送信される光信号のトータルの光レベルと同じレベルに調整する制御光送出手段とを備えることを特徴とする光波長多重システム。

【請求項2】実際に伝送される前記光信号の波長の数を順次増加するに伴って、前記制御光送出手段が送出する前記光の光レベルを減少させることを特徴とする請求項1に記載の光波長多重システム。

【請求項3】前記制御光送信手段はモジュール化されており、必要に応じて前記光波長多重システムに着脱することを特徴とする請求項1に記載の光波長多重システム。

【請求項4】前記制御光送信手段は、更に、光源と、光源からの光の光レベルを調節する光可変アッテネータとを備え、前記光信号送出手段から実際に送出されている光信号と前記制御光送出手段から送出される光を合わせたトータルの光レベルを検出し、この検出結果に基づいて該光可変アッテネータを制御して、該光源からの光の光レベルを調整することを特徴とする請求項1に記載の光波長多重システム。

【請求項5】前記制御光送信手段は、更に、光源と、光源からの光を増幅する光増幅器とを備え、前記光信号送出手段から実際に送出されている光信号と前記制御光送出手段から送出される光とを合わせたトータルの光レベルを検出し、この検出結果に基づいて該光増幅器の増幅率を制御することによって、該光源からの光の光レベルを調整することを特徴とする請求項1に記載の光波長多重システム。

【請求項6】光波長多重システムにおいて、伝送すべき情報をのせた光信号を送信する少なくとも1つの波長に対応した光信号送出手段と、伝送すべき情報をのせた光信号の波長とは異なる波長を有する光を該光信号と多重して送信し、実際に伝送される該光信号と該光のトータルの光レベルを、該光波長多重システムが収納可能な最大の波長多重数の光信号を送信する場合に送信される光信号のトータルの光レベルと同じレベルに調整する制御光送出手段とを備えることを特徴とする端局。

【請求項7】実際に伝送される前記光信号の波長の数を順次増加するに伴って、前記制御光送出手段が送出する前記光の光レベルを減少させることを特徴とする請求項6に記載の端局。

【請求項8】前記制御光送信手段はモジュール化されて

おり、必要に応じて前記光波長多重システムに着脱することを特徴とする請求項6に記載の端局。

【請求項9】前記制御光送信手段は、更に、光源と、光源からの光の光レベルを調節する光可変アッテネータとを備え、前記光信号送出手段から実際に送出されている光信号と前記制御光送出手段から送出される光を合わせたトータルの光レベルを検出し、この検出結果に基づいて該光可変アッテネータを制御して、該光源からの光の光レベルを調整することを特徴とする請求項6に記載の端局。

【請求項10】前記制御光送信手段は、更に、光源と、光源からの光を増幅する光増幅器とを備え、前記光信号送出手段から実際に送出されている光信号と前記制御光送出手段から送出される光とを合わせたトータルの光レベルを検出し、この検出結果に基づいて該光増幅器の増幅率を制御することによって、該光源からの光の光レベルを調整することを特徴とする請求項6に記載の端局。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光波長多重を用いた、光通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】今日、従来の音声通信のみならず、コンピュータ等を使用した画像データの通信等様々な種類のデータを統括的に収納するマルチメディア通信網の構築を目指して研究開発が盛んに行われている。特に、1つの画面を表示するために必要な画像データは、音声データに比べ容量が大きくなると共に、テレビ電話等を実現するためには、容量の大きい画像データをリアルタイムで転送しなければならない。従って、このようなマルチメディア通信を実現するための通信網は、その伝送速度が非常に大きい必要がある。これにともない、広帯域ISDN等の導入が検討されているが、電気通信では伝送速度に限界があるので、光通信が脚光を浴びている。特に、光通信の中でも、より多くの情報を収納できる光波長分割多重システムの実現が望まれている。

【0003】近年の光波長多重システムは、収納するデータ量をより多くしたいという要望から、32波、64波、128波と多重する波長数を増やそうという傾向にある。しかし、一般に通信システムを構築した当初から設計された最大数の波長を使用することは行われず、加入者の増加等の要因に従って、徐々に波長多重数を増やしていくというのが普通である。このため、最初からすべての波長を使用せずに、回線需要に応じて順次使用波長を増やして行く構成が必要となる。

【0004】多重される波長数を増やすときに、すでに商用に供している波長に影響を与えることなく、順次、波長多重数を増設することが要求される。これをインサース・アップグレードと言う。

【0005】伝送路に光増幅器を用いた光波長多重伝送

システムにおいて、一般に光増幅器はALC (Automatic Level Control) 制御、または、APC (Automatic Power Control) 制御が用いられている。この場合、光増幅器は入力レベル (1波あたりの出力 (dBm)) $+10 \log n$ と表される; n は入力波長の数) に関わらず、出力レベルの値が所定の値になるように動作する。

【0006】また、光波長多重システムにおいては、全ての波長が入力されたときにシステムが最適に動作するように設計されている。しかし、光波長多重システムの場合、最初から全ての波長を使用せずに需要に応じて順次波長を増やしていくことが一般的に行われる。

【0007】この時、入力波長数が少ないと、光増幅器は必要以上に信号光のレベルを増幅してしまい、レベルが高くなりすぎて非線形効果により信号光が歪んでしまうため、伝送品質が劣化してしまうという問題があった。

【0008】これを防止するため、従来、波長多重数が4波ないし8波程度のときは、比較的アップグレードの数が少なかったために、使用していない波長に対してもダミーの光源を設け、最適に動作するために必要な数の波長の光を伝送する方法が取られていた。

【0009】図7は、従来の方法を説明する図である。同図においては、最大の波長多重数が4波となるように設計された光波長多重システムの場合について説明している。このシステムの構築当初、実使用回線として2波の光信号しか使用していない場合が示されている。同図では、波長 λ の“1”と“2”が使用されている。この場合、システムは4波が波長多重されている場合に最適に動作するように構成されているので、2波だけしか使っていない場合には、上記したような光増幅器の動作により伝送品質が劣化してしまう。そこで、波長の“3”と“4”にシステムの伝送品質を維持するためのダミーの光を伝送している。このダミーの光は何の情報も有していないのが通常であり、伝送品質を維持する目的だけのために光送信器を設けて光を伝送しているものである。

【0010】しかし、この方法だと比較的高価な光送信器(OS)を最初から準備する必要があり、初期投資が増大するという問題があった。また、多重波長数が増えるほど、伝送品質を維持するために必要な光送信器の数が増え、そのデメリットが増大する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように、光波長多重システムにおいて、システムが最適に動作する波長多重数より少ない波長多重数で使用する場合に、何も手段を講じないと伝送品質の劣化を招き、十分なサービスを提供することが出来ない。

【0012】また、従来のように、使用されていない波長の数だけダミーの光を伝送する方法を採用する場合に

は、最大の波長多重数が少ない場合には、ダミーの光を送信するための光送信器の数が少なくて済むため初期投資の増大も比較的小さく抑えることができるが、今日の要求に従って、最大波長多重数の大きいシステムを構築する場合には、ダミーの光を送信する光送信器の数が多くなり、初期投資が非常に大きくなってしまいうという問題が生じる。

【0013】本発明の課題は、初期投資の増大を抑えながら、波長多重数の少ない場合にも光波長多重システムの伝送品質を劣化させない手段を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の光波長多重システムは、伝送すべき情報をのせた光信号を送信する少なくとも1つの波長に対応した光信号送出手段と、伝送すべき情報をのせた光信号の波長とは異なる波長を有する光を該光信号と多重して送信し、実際に伝送される該光信号と該光のトータルの光レベルを、該光波長多重システムが収納可能な最大の波長多重数の光信号を送信する場合に送信される光信号のトータルの光レベルと同じレベルに調整する制御光送出手段とを備えることを特徴とする。

【0015】本発明の端局は、光波長多重システムにおいて、伝送すべき情報をのせた光信号を送信する少なくとも1つの波長に対応した光信号送出手段と、伝送すべき情報をのせた光信号の波長とは異なる波長を有する光を該光信号と多重して送信し、実際に伝送される該光信号と該光のトータルの光レベルを、該光波長多重システムが収納可能な最大の波長多重数の光信号を送信する場合に送信される光信号のトータルの光レベルと同じレベルに調整する制御光送出手段とを備えることを特徴とする。

【0016】本発明によれば、波長多重数の増設時に現在使用している回線の光信号を止めたりする必要はなく、新しい波長の光信号を新たに多重すると共に、制御光送出手段から送出される光のレベルを減少させるだけで、増設することが出来る。従って、インサービス・アップグレードをより容易に行うことが出来る。

【0017】また、従来のように、多くの光送信器を構築当初の構成として準備する必要がないので、初期投資を格段に削減することが出来る。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の原理を説明する図である。本発明は、同図に示すようにシステム全体のレベルを調整するために、信号光とは異なる波長の光を伝送するようにする。そして、この光のレベルを調整することによりシステムを伝播する光信号のトータルのレベルを維持しようとするものである。

【0019】信号波長とは別に設けたレベル制御用波長 λ_c の光を用いて、システム全体のレベルを維持するようにしたことにより、波長をアップグレードする度に、

制御用波長 λ_c の光のレベルを調整（下げる方向）して、システムを伝播する光信号のトータルのレベルを保つようにすることができる。

【0020】同図に示すように、レベル制御用波長 λ_c を回線に使用するための波長とは異なる波長、ここでは λ_{15} と λ_{16} の間、もしくは光増幅器の利得中心波長に近い波長位置に設定する。

【0021】同図の場合は、最大16波を波長多重できるシステムにおいて、2つの波長しか使用されていない場合を示している。この時の波長 λ_c のダミーの光のレベルは、後述の例が示すように、波長“1”、“2”及び λ_c の光の全体のレベルが、16波の光信号を波長多重した場合と同じになるように設定する。

【0022】実使用回線に使用される波長数が少ないと波長 λ_c のレベルが非常に大きくなり、非線形効果を生じさせる可能性があるが、波長 λ_c の光は何の変調も受けておらず、情報を運んでいる訳ではないので非線形効果による波形劣化という問題は生じない。従って、波長 λ_c の光のレベルは比較的自由に設定が可能である。ただし、4光子混合等の効果によって実使用回線の光信号に影響が出る可能性があるので、このような影響がでないように波長 λ_c やそのレベルを設定する必要がある。

【0023】また、同図の場合、波長 λ_c は、波長“15”と“16”の間に設定された例を示しているが、上記したように、光増幅器の利得中心波長に近い波長に設定することも有力である。実使用回線の波長は、光増幅器の利得帯域に設定されるので、同図では、波長“1”～“16”が光増幅器の利得帯域に収容されるように設定される。従って、光増幅器の利得中心波長は、波長“8”の周辺になることが予想される。よって、波長 λ_c の設定波長位置としては、波長“7”と“8”の間、あるいは波長“8”と“9”の間等が考えられる。このように、波長 λ_c を光増幅器の利得中心波長付近に設定することにより、複数の光増幅器を中継されることによるレベルの相対的低下を防止することが出来る。従って、波長 λ_c の光の、伝送路を伝播する光信号の全体のレベルの維持をネットワーク全体にわたって行うことができる。

【0024】また、既に使用している波長の光信号を止めることなく、新しい波長の光信号を加えると同時に波長 λ_c の光のレベルを調整することによって、インサースビス・アップグレードを容易に行うことが出来る。

【0025】なお、上記説明では、制御光の波長を λ_c のみとしていたが、1つの波長の光では十分な効果が得られない場合には、制御光の波長を複数設け、複数の制御光で伝送路を伝播する光のトータルのレベルを調整するようにすることも可能である。

【0026】図2は、本発明の原理を実現するための構成を示すブロック図である。同図は、光送信端局のブロック構成図であり、波長 λ_c のダミーの光、あるいは制

御光を生成する部分は、制御光モジュール24として構成しておき、必要に応じて着脱できるようにしておく。

【0027】同図では、最大波長多重数は16個であるとして記載しているが、更に波長多重数の多いシステムにも同様に適用可能である。同図に基づいて説明する。波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{16}$ の全ての波長を実使用回線として使用する場合には、制御光は必要ないので、制御光モジュール24は取り外しておく。波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{16}$ の光信号は、WDMカプラ20に入力されて波長多重され、波長多重光信号として出力される。波長多重光信号は、カプラ21を通過し、光増幅器22で増幅される。そして、もう一つのカプラ23を通過して、伝送路に出力されていく。

【0028】 $\lambda_1 \sim \lambda_{16}$ の信号波長の内、一部しか使用されない場合には、伝送路に送出される光信号のトータルのレベルを一定の値にするために、制御光モジュール24が取り付けられる。制御光モジュール24には、予め定められた波長 λ_c の光を出力する光源25が設けられている。光源25から出力された光はレベル制御部26によってレベルが調整され、カプラ21に送られる。レベル制御部26は、例えば、光可変アッテネータや光増幅器である。

【0029】レベル制御部26でレベル制御された制御光は、カプラ21でWDMカプラ20からの波長多重光信号と合波される。そして、光増幅器22で増幅され、カプラ23に入力される。カプラ23では、入力された全光信号の一部を分岐し、分岐された光信号は、光/電気変換部27で全光信号のレベルに対応する電気信号に変換される。この電気信号は、レベル制御部26に入力され、制御光のレベル調整用信号に変換されて、制御光のレベル調整に使用される。

【0030】このようにして、伝送路に送出される光信号のトータルのレベルは、カプラ23からレベル制御部26にフィードバックされ、制御光のレベルが最適になるように制御がかけられる。このようにして、トータルのレベルが制御された光信号は、カプラ23から伝送路に送出されていく。このように、伝送路に送出する光信号のトータルのレベルを自動的に制御して、最適な状態にして伝送路に送出することが出来、システムの伝送品質を劣化させることなくシステムの運用を可能としている。また、アップグレードする場合には、WDMカプラ20に新しい波長の光信号を入力するようするだけで、制御光モジュール24が自動的に全光レベルを調整するので、インサースビス・アップグレードを容易に行うことが出来る。

【0031】また、制御光モジュール24を着脱可能に構成しているので、16波を信号波長として使用する場合には、制御光モジュール24を取り外すことが出来る。従って、この制御光モジュール24は、別の光波長多重システムであって、波長多重可能な最大波長数を使

用していないシステムに持って行って使用することが可能である。

【0032】図3は、図2のレベル制御部の構成例である。同図の構成では、レベル制御部を光増幅器で構成している。図2の光源25からの制御光は、EDF（エルビウム・ドープド・ファイバ）30に入力される。また、図2の光／電気変換部27からは、制御電圧が励起レーザ（LD）31のバイアス電流として印加される。励起レーザ31は、バイアス電流に応じたパワーの励起光を出力する。励起光はカプラ32でEDF30に入力される。同図の場合、EDF30の励起方法は前方励起であるが、もちろん後方励起を使用してもよい。

【0033】EDF30は、励起光のパワーに応じて制御光を増幅し、出力する。EDF30の増幅率は、励起光のパワーによって変化するので、励起レーザ31の励起光の出力レベルをバイアス電流で制御することによって、EDF30の増幅率を制御することができる。このようにして、制御光を所望のレベルに増幅して出力し、図2のWDMカプラ20からの光信号と合波する。

【0034】なお、同図では、光増幅器の利得を制御することによって、制御光のレベルを調整する構成を説明したが、光可変アッテネータを使用することも可能である。すなわち、制御光を利得一定の光増幅器で、予想される最大レベルにまで増幅し、その後、光可変アッテネータで増幅された制御光のレベルを調整する様にする。現在では、制御電圧の印加によって減衰率を制御できる光可変アッテネータが知られており、このような光可変アッテネータを利用することにより、同図の例と同様に、電気信号で制御光のレベルを制御することが出来る。

【0035】図4は、制御光によるレベル制御の様子を具体的に例示する図である。なお、同図で図2に対応する構成要素には同じ参照番号を付している。ここで、最大、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の8波が実使用回線に使用されるとする。また、各波長の光信号のパワーは、それぞれ -3 dBm であるとする。これらの光信号が光送信器（OS）から送出されると、8波が多重されることにより、全体のパワーは、 $-3 \text{ dBm} + 10 \log 8 \approx 6 \text{ dBm}$ となる。更に、WDMカプラ20によるロスが 8 dB 、カプラ21のロスが 3.1 dB の場合、a点のパワーは、 $6 \text{ dBm} + (-8 \text{ dB}) + (-3.1 \text{ dB}) = -5.1 \text{ dBm}$ となる。これを、光増幅器22は、 $+10 \text{ dBm}$ に増幅すると仮定すると、1波あたりのレベルは、 $10 \log (10/8) \approx 1 \text{ dBm}$ となる。

【0036】実使用回線に使用する波長の光を1波から順次8波まで増設していった場合のa点での光信号のレベルは以下ようになる。

1波時の場合： $-3 \text{ dBm} + 10 \log 1 - 8 \text{ dB} -$

$3.1 \text{ dB} = -14.1 \text{ dBm}$

2波時の場合： $-3 \text{ dBm} + 10 \log 2 - 8 \text{ dB} -$

3.1 dB = -11.1 dBm

4波時の場合： $-3 \text{ dBm} + 10 \log 4 - 8 \text{ dB} -$

3.1 dB = -8.1 dBm

6波時の場合： $-3 \text{ dBm} + 10 \log 6 - 8 \text{ dB} -$

3.1 dB = -6.3 dBm

8波時の場合： $-3 \text{ dBm} + 10 \log 8 - 8 \text{ dB} -$

3.1 dB = -5.1 dBm

以上のように、波長数を増加するとともにa点のレベルが変化する。このレベルを光増幅器で一括増幅して、 $+10 \text{ dBm}$ に増幅するために多重数が少ない場合は1波あたりのレベルが高くなり過ぎてしまう。そこで、多重数が少ない場合にも、1波あたりのレベルが約 1 dBm になるようにするには、a点でのトータルの光のレベルが -5.1 dBm になるようにすればよい。このために、波長 λ_c の制御光を使用する。

【0037】制御光のレベルは次の式によって求める。
 $-5.1 \text{ dBm} = 10 \log \{ \text{a点での実使用回線光信号のワット数} \} + \{ \text{波長} \lambda_c \text{の制御光のワット数} \}$
a点でのワット数

1波時の場合： $-14.1 \text{ dBm} \approx 10 \log (0.04 \text{ mW})$ ；2波時の場合： $-11.1 \text{ dBm} \approx 10 \log (0.08 \text{ mW})$ ；4波時の場合： $-8.1 \text{ dBm} \approx 10 \log (0.15 \text{ mW})$ ；6波時の場合： $-6.3 \text{ dBm} \approx 10 \log (0.23 \text{ mW})$ ；8波時の場合： $-5.1 \text{ dBm} \approx 10 \log (0.309 \text{ mW})$

上記より、a点での制御光のレベルは、

1波時の場合： $10 \log (0.27) \approx -5.7 \text{ dBm}$ ；2波時の場合： $10 \log (0.23) \approx -6.4 \text{ dBm}$ ；4波時の場合： $10 \log (0.16) \approx -8.0 \text{ dBm}$ ；6波時の場合： $10 \log (0.08) \approx -11.0 \text{ dBm}$ ；8波時の場合： $10 \log (0) = -\infty \text{ dBm}$

が必要となる。8波の時は、制御光が必要ないことを示している。

【0038】従って、a点での制御光の最大レベルは -5.7 dBm が必要であるが、カプラ21での損失を考慮すると、 $-5.7 \text{ dBm} + 3.1 \text{ dB} = -2.6 \text{ dBm}$ のレベルがレベル制御部から出力可能である必要がある。

【0039】同図でのカプラ23では、光増幅器22で $+10 \text{ dBm}$ にまで増幅された光信号が伝送路送出用光とレベル検出光とに20:1で分岐される。図5は、制御光のレベル制御のための構成のより具体的構成例である。

【0040】なお、図4と同じく、図2に対応する構成要素には同じ参照番号を付してある。同図では、制御光のレベル制御方法として、光増幅器58と光可変アッテネータ57とを使用している。各波長（ $\lambda_1 \sim \lambda_8$ ）の光送信器（OS）からは、所望の波長の所望の数の光信号が出力され、WDMカプラ20に入力される。WDM

【0039】同図でのカプラ23では、光増幅器22で $+10 \text{ dBm}$ にまで増幅された光信号が伝送路送出用光とレベル検出光とに20:1で分岐される。図5は、制御光のレベル制御のための構成のより具体的構成例である。

【0040】なお、図4と同じく、図2に対応する構成要素には同じ参照番号を付してある。同図では、制御光のレベル制御方法として、光増幅器58と光可変アッテネータ57とを使用している。各波長（ $\lambda_1 \sim \lambda_8$ ）の光送信器（OS）からは、所望の波長の所望の数の光信号が出力され、WDMカプラ20に入力される。WDM

カブラ20から出力される光信号はカブラ21で制御光と合波され、光増幅器22に送られる。光増幅器22では、光信号全体のレベルを+10dBmにまで増幅し、各波長の光信号のレベルを約1dBmにする。そして、この光信号は、カブラ23に入力されて、一部が分岐されると共に、大半が伝送路に送出される。

【0041】カブラ23で分岐された光信号は、トラッキングフィルタ50に通されて、多重されている実使用回線の光信号の内の1つが抽出される。あるいは、波長 λ_c の制御信号を抽出してもよい。波長 λ_c の光が抽出される場合には、光/電気変換部(PIN、あるいはAPD; フォトダイオード)51で電気に変換後、電気増幅器52で増幅し、比較器53で制御光が波長数に応じたレベルになっているか否かが判断される。使用中の実使用回線の波長数は、波長数設定部56に設定され、これからスイッチ55に基準電圧を切り替える信号が出力される。スイッチ55は、使用中の回線の波長数に応じた基準電圧を基準電圧出力部54に出力させる。各波長数の時に制御光が有しているべきレベルは図4で説明した通りである。

【0042】比較器53での比較の結果は、バイアス電圧として光可変アッテネータ57に印加され、レーザ光源25から出力され、光増幅器58で増幅されてた制御光を所定のレベルに設定するために用いられる。

【0043】トラッキングフィルタ50で実使用回線の光信号の1つを抽出した場合には、基準電圧出力部54は、使用中の波長数に関係なく、1波あたりの光信号が有しているべきレベルを表す基準電圧を出力する。この基準電圧と、光/電気変換器51及び電気増幅器52によって生成された現在の光信号のレベルを表す電圧値とが比較器53で比較され、その結果が制御信号として光可変アッテネータ57に入力される。この場合、波長数設定部56とスイッチ55は必要はない。ただし、トラッキングフィルタが誤って λ_c を選択しないように、信号波長と λ_c との波長間隔を十分あけておく必要がある。

【0044】図6は、信号波長の光信号をレベル制御に使用する場合を説明する図である。同図に示すように、信号波長の光信号をレベル制御に使用する場合には、制御光の波長である λ_c から十分離れた波長の信号波長の光信号を使用する必要がある。波長 λ_c からどの程度離れた信号波長を使用するかは、トラッキングフィルタの性能に左右されるが、2nm程度離しておく必要がある。例えば、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ までの信号波長が約0.8nm毎の間隔で配置されており、波長 λ_c が波長 λ_7 と λ_8 との間にある場合には、 $\lambda_1 \sim \lambda_5$ の信号波長の光信号がレベル制御に使用可能である。

【0045】また、実使用回線の光信号の伝送品質を良好に保つための制御光のレベル制御において、考慮すべきパラメータとしては、光増幅器の出力レベル、波長多

重数、及び波長間隔等がある。制御光があまり大きくなると、実使用回線の信号光に影響を与えることになる。光増幅器の出力レベルとしては、ほぼ+11dBmが目安である。また、波長多重数は、多重数が増えると増幅器出力レベルが増大するので、上記したように、光増幅器の出力レベルを適切な範囲内に設定するようにする。更に、波長間隔は、狭くなると、各波長の光信号間で互いに影響を与えるようになるので、必要量取っておく必要がある。そして、これらのパラメータがクロス・フェーズ・モジュレーションによって相互に影響しあうので、この影響も考慮に入れる必要がある。

【0046】

【発明の効果】本発明を用いることにより、既に実使用回線で使用している回線の伝送品質を損なうことなく、アップグレードすることができる。すなわち、インサビス・アップグレードすることができる。

【0047】また、システム開設時にすべての光送信器(OS)を準備する必要がなくなり、初期投資を大幅に削減することができる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理を説明する図である。

【図2】本発明の原理を実現するための構成を示すブロック図である。

【図3】図2のレベル制御部の構成例である。

【図4】制御光によるレベル制御の様子を具体的に例示する図である。

【図5】制御光のレベル制御のための構成のより具体的構成例である。

30 【図6】信号波長の光信号をレベル制御に使用する場合を説明する図である。

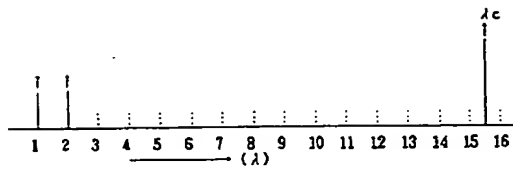
【図7】従来の方法を説明する図である。

【符号の説明】

20 WDMカブラ
21、23、32 カブラ
22、58 光増幅器
24 制御光モジュール
25 光源
26 レベル制御部
27 光/電気変換部
30 EDF (エルビウム・ドープド・ファイバ)
31 励起レーザ
50 トラッキングフィルタ
51 光/電気変換部 (フォトダイオード)
52 電気増幅器
53 比較器
54 基準電圧出力部
55 スイッチ
56 波長数設定部
57 光可変アッテネータ

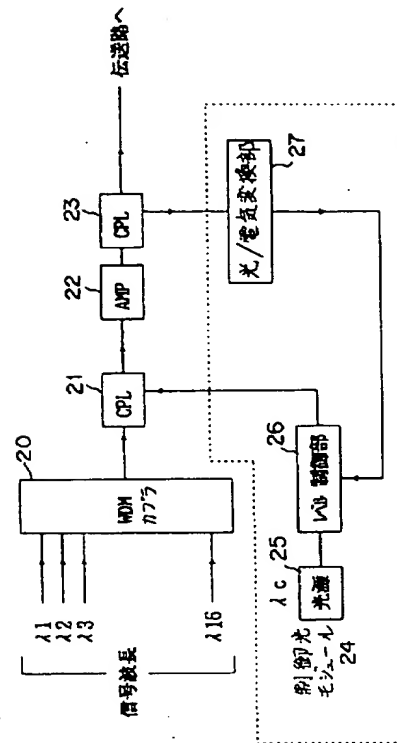
【図1】

本発明の原理を説明する図



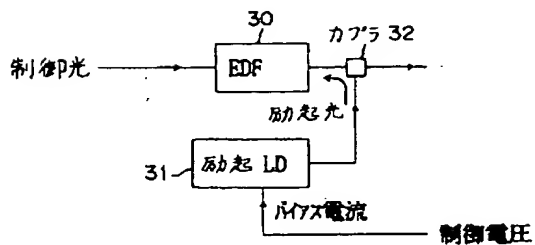
【図2】

本発明の原理を実現するための構成を示すブロック図



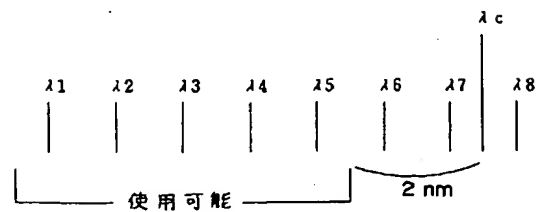
【図3】

図2のレベル制御部の構成例



【図6】

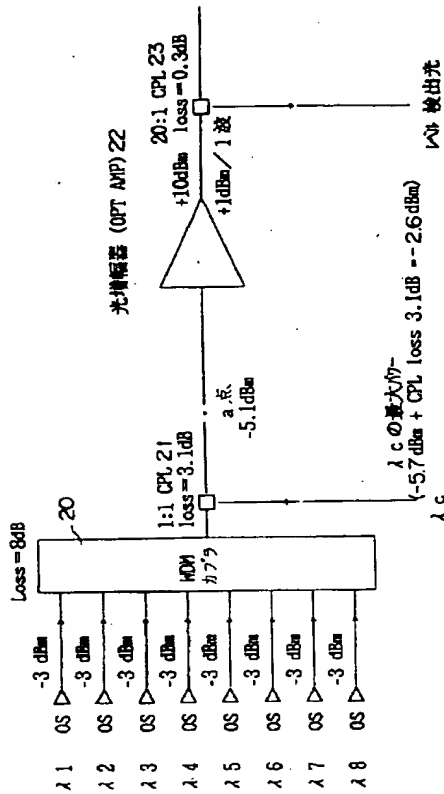
信号波長の光信号をレベル制御に使用する場合を説明する図



これはtracking FILの性能により左右されるが2nm程度離しておく必要がある。

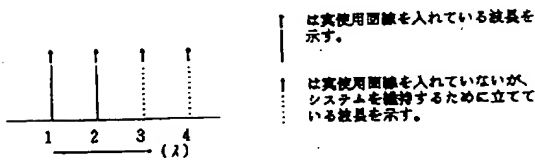
【図4】

制御光によるレベル制御の様子を具体的に例示する図



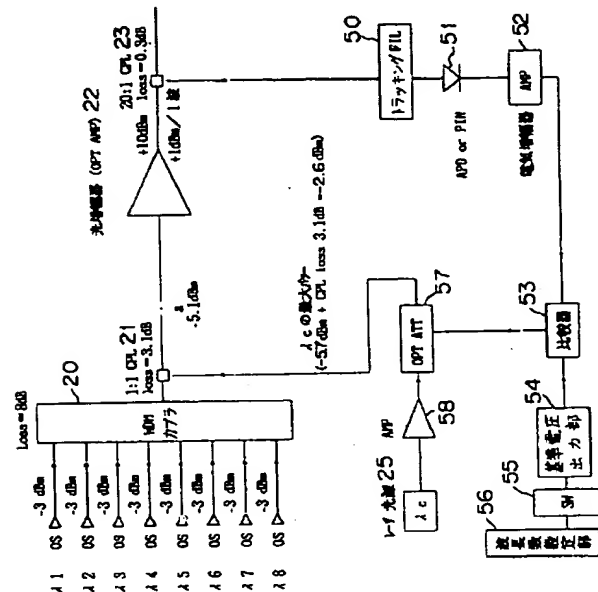
【図7】

従来の方法を説明する図



【図5】

制御光のレベル制御のための構成のより具体的構成例



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 0 4 B 10/04

10/06

識別記号

F I